

Sistemas Numéricos & Lógica Combinacional Parte I

Controladores Lógicos Programáveis
UTFPR - **DAELT**

Automação e Controle Discreto

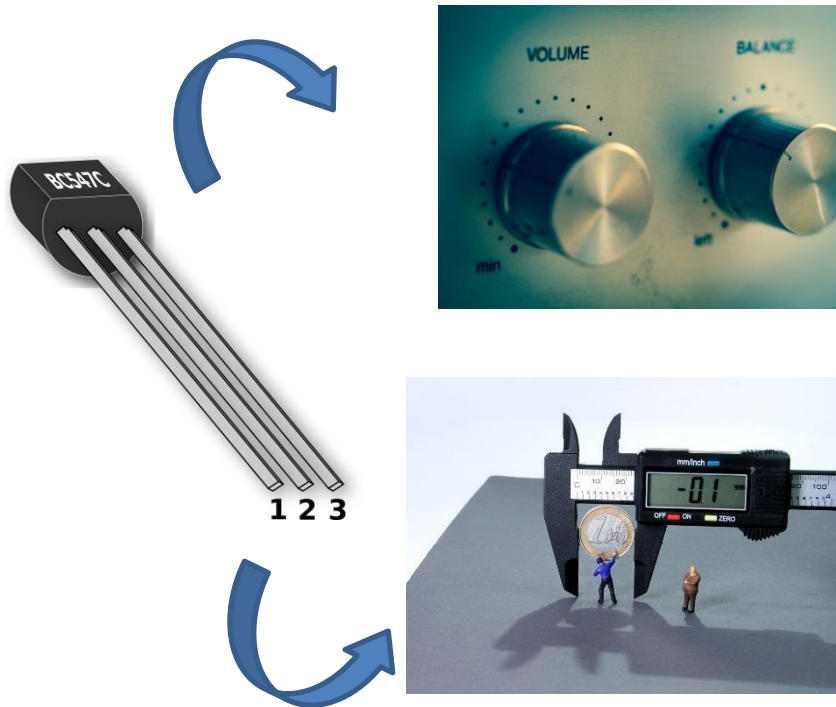
capítulo - 2

Sistemas Numéricos

Sumário – Parte I

- *Introdução*
- *Sistemas Analógicos e Digitais*
- *Vantagens dos Circuitos Digitais*
- *Sistemas Numéricos*
- *Decimal, Binário*
- *Conversão Inteiro Decimal em Binário*
- *Conversão Fração Decimal em Binário*
- *Hexadecimal*
- *Conversão Inteiro Decimal em Hexadecimal*
- *Conversão Fração Decimal em Hexadecimal*
- *Códigos Especiais*
- *Códigos de Gray (Tabela e Aplicação), BCD e Alfanumérico*
- *Conversões Complementares*

Equipamentos de forma geral, possuem:



2.1 Introdução (I)

Instrumentação eletrônica

=> analógicos / digitais

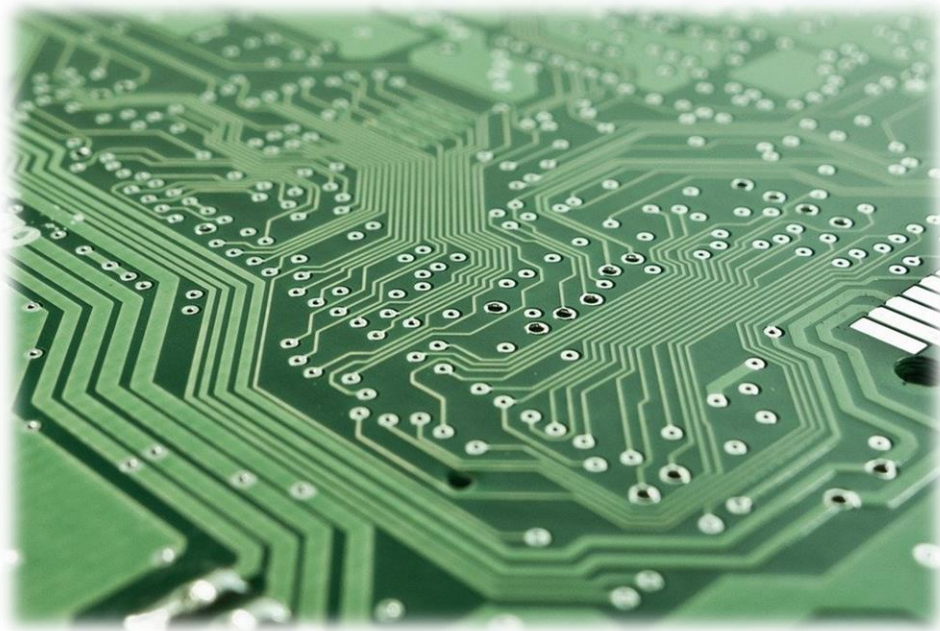


2.1.1 Sinais Analógicos e Digitais

- Um sinal é dito analógico quando varia continuamente no tempo (tempo contínuo)
- Um sinal é dito digital quando varia bruscamente no tempo (tempo discreto)



2.1.2 Vantagens dos Circuitos Digitais



- Menos afetados por ruídos
- Menos susceptíveis à mudança nos parâmetros elétricos

✓ Os projetos que incluem as técnicas digitais são **menos complexos** e **mais adequados** quanto à **integração de componentes**.

2.2 Sistemas Numéricos

- **Decimal** ($r = 10$)

Sistema de base **10** (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

- **Binário** ($r = 2$)

Sistema de base **2** (0, 1)

- **Octal** ($r = 8$)

Sistema de base **8** (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)

- **Hexadecimal** ($r = 16$)

Sistema de base **16** (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
A, B, C, D, E, F)

Notação posicional:

435,26 *volts* → quatrocentos e trinta e cinco vírgula vinte e seis
(unidades de tensão).

↓ Caractere menos significativo

↓ Caractere mais significativo

$$\begin{aligned} 435,26_{10} &= 400 + 30 + 5 + 0,2 + 0,06 \\ &= 4 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

10,11 volts → um, zero virgula, um, um (unidades de tensão no sistema binário – 4 *bits*).

↓ Caractere mais significativo

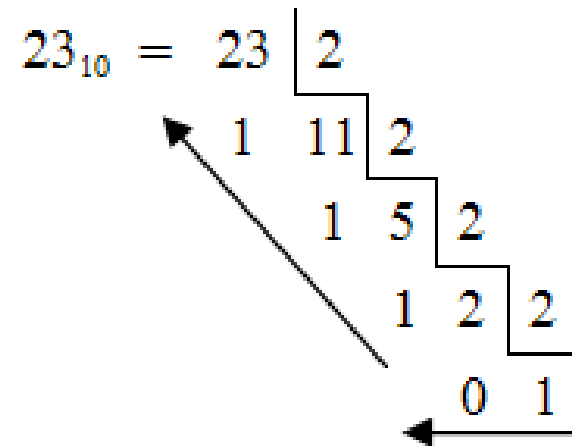
$$10,11_2 = 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 2,75$$

9

Conversão Inteiro Decimal em Binário

- Método das “**Divisões Sucessivas**”

Exemplo 2.4



$$23_{10} = 10111_2$$

- Método das “**Multiplicações Sucessivas**”

Exemplo 2.5

$$5,25_{10} = \begin{array}{r|l} 5 & 2 \\ & 1 \quad 2 \quad 2 \\ & 0 \quad 1 \end{array}$$

Parte inteira

$$0,25 \times 2 = 0,50 = 0,50 + 0$$

$$0,50 \times 2 = 1,00 = 0,00 + 1$$

Parte fracionária

$$5,25 = 101,01_2$$

Notação posicional:

$56,32_8$ volts $\rightarrow$ cinco, seis, virgula, três, dois
(unidades de tensão no sistema octal).

↓ Caractere menos significativo
↓ Caractere mais significativo

$$56,32_8 = 5 \times 8^1 + 6 \times 8^0 + 3 \times 8^{-1} + 2 \times 8^{-2} = 46,40625$$

Conversão Octal em Decimal

Conversão Inteiro Decimal em Octal

- Método das “Divisões Sucessivas”

Exemplo 2.9

$$\begin{array}{r|l} 77_{10} & 8 \\ \hline & 5 \\ & 9 \\ & 1 \\ & 1 \end{array}$$

Arrows indicate the reading order of the remainders from bottom to top: 1, 1, 9, 5.

$$77_{10} = 115_8$$

Conversão Fração Decimal em Octal

- Método das “**Multiplicações Sucessivas**”

Exemplo 2.10

$$69,40_{10} = 69 \begin{array}{l} | 8 \\ 5 \quad 8 \quad 8 \\ \quad \quad 0 \quad 1 \end{array}$$

Parte inteira

$$0,40 \times 8 = 3,20 = 0,20 + 3$$

$$0,20 \times 8 = 1,60 = 0,60 + 1$$

$$0,60 \times 8 = 4,80 = 0,80 + 4$$

$$0,80 \times 8 = 6,40 = 0,40 + 6$$

Parte fracionária

$$69,40_{10} = 105,3146_8$$

2.2.4 Hexadecimal

Notação posicional:

$5A3,E1_{16}$ volts $\rightarrow$ cinco, “a”, três, virgula, “e”, um
(unidades de tensão no sistema hexadecimal).

↓
↓
↓
Caractere menos significativo
Caractere mais significativo

$$\begin{aligned} 5A3,E1_{16} &= 5 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 3 \times 16^0 + 14 \times 16^{-1} + 1 \times 16^{-2} \\ &= 1443,8789 \end{aligned}$$

Conversão Hexadecimal em Decimal

- Método das “**Divisões Sucessivas**”

Exemplo 2.12

$$\begin{array}{r|l} 2821_{10} = 2821 & 16 \\ \hline & 5 \quad 176 \\ & \swarrow \quad \downarrow \\ & 0 \quad 11 \end{array}$$

$$2821_{10} = B05_H$$

- Método das “**Multiplicações Sucessivas**”

Exemplo 2.13

$$324,16_{10} = 324 \begin{array}{l} 16 \\ 4 \quad 20 \quad 16 \\ 4 \quad 1 \end{array}$$

Parte inteira

$$0,16 \times 16 = 2,56 = 0,56 + 2$$

$$0,56 \times 16 = 8,96 = 0,96 + 8$$

$$0,96 \times 16 = 15,36 = 0,36 + F$$

$$0,36 \times 16 = 5,76 = 0,76 + 5$$

Parte fracionária

$$324,16_{10} = 144,28F5_{16}$$

2.2.5 Códigos Especiais

Alguns códigos são usados em situações específicas para facilitar a comunicação homem-máquina e estabelecer um melhor controle dos processos industriais.

Código de Gray

Código BCD

Códigos Alfanuméricos

Código de Gray

- Código binário, cujas combinações adjacentes variam em **um** único *bit*.
 - Combinações adjacentes correspondem a **decimais consecutivos**.

O código de *Gray* é utilizado em **sistemas de codificação** para **converter** uma **posição angular** ou **linear** em uma combinação de *bits*.



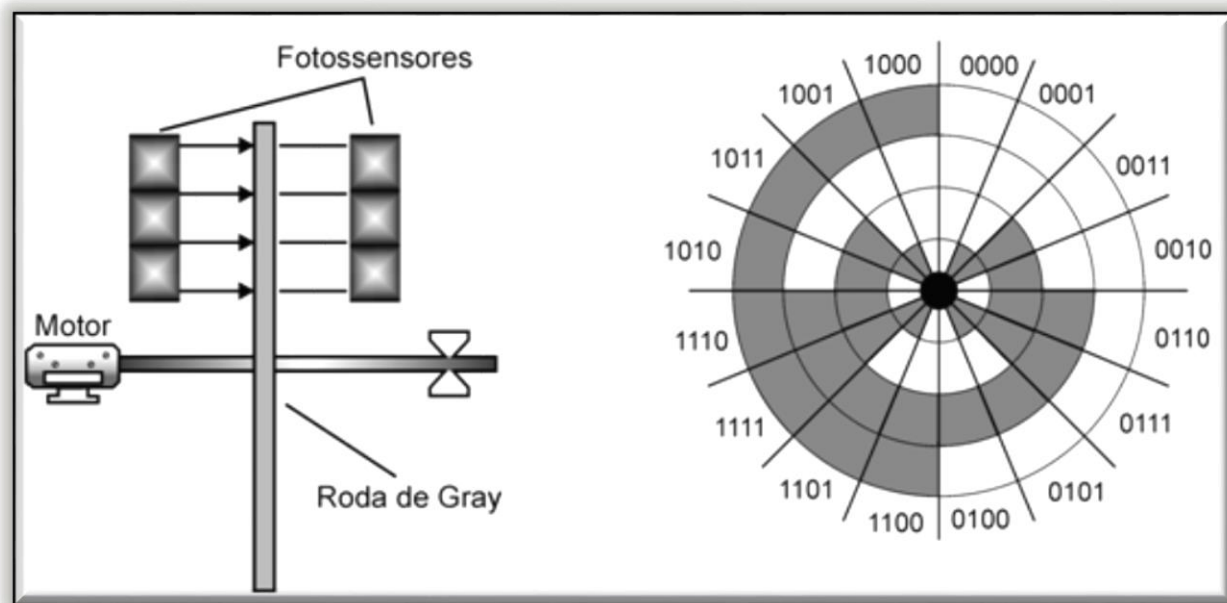
Código/Tabela de Gray

Representação de
qualquer número
em **Gray**,
o processo é o
da *reflexão*.

Código Decimal	Código de Gray		
	2 bits	3 bits	4 bits
0	00	000	0000
1	01	001	0001
2	11	011	0011
3	10	010	0010
4	-	110	0110
5	-	111	0111
6	-	101	0101
7	-	100	0100
8	-	-	1100
9	-	-	1101
10	-	-	1111
11	-	-	1110
12	-	-	1010
13	-	-	1011
14	-	-	1001
15	-	-	1000

Código de Gray Aplicação

Como **cada setor** corresponde a um ângulo de **22,5** graus, entre duas combinações adjacentes, como, por exemplo, **0100** e **0101**, é associado um **ângulo de giro** entre **22,5** e **45** graus e assim sucessivamente.



- *Binary Coded Decimal* – código binário que representa um caractere decimal através de 4 bits.
- O código de BCD é utilizado na indústria em chaves do tipo *Thumbwhell*.

Exemplo:

$$324,16_{10} = 0011\ 0010\ 0100, 0001\ 0110_{\text{BCD}}$$

Código Alfanumérico

- Usados em sistemas que se pretende codificar letras, números, símbolos e sinais de controle. Exemplo: **ASCII** (*American Standard Code for Information Interchange*)

$X_3 X_2 X_1$ X_0	$X_6 X_5 X_4$							
	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	P
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w

2.2.6 Conversões Complementares

Exemplo 2.16

$10110,1011_2$ para a base octal ($K = \log_2 8 \rightarrow K = 3$)

{010}	{110}	,	{101}	{100}
2	6	,	5	4

$$10110,1011_2 = 26,54_8$$

2.2.6 Conversões Complementares

Exemplo 2.17

$10110,1011_2$ para a base hexadecimal ($K = \log_2 16 \rightarrow K = 4$)

$$10110,1011_2 = 16, B_H$$

$$\begin{array}{ccc} \{0001\} & \{0110\} & , \quad \{1011\} \\ 1 & 6 & , \quad 11 \text{ (B)} \end{array}$$

2.2.6 Conversões Complementares

Exemplo 2.18

$26,54_8$ para a base binária

$$26,54_8 = 10110,1011_2$$

2	6	,	5	4
{010}	{110}	,	{101}	{100}

Referência Bibliográfica

SILVEIRA, Paulo R. da; SANTOS, Winderson E. **Automação e Controle Discreto**. 9. ed. (3. impressão revisada). São Paulo: Érica Ltda, 2009. 229 p.

Obs.: Imagens extras acessadas de <https://pixabay.com/>

CAPÍTULO 2:

Sistemas Numéricos

Parte I

Imagens Principais

Produção

&

Arte Final

Paulo R. da Silveira

UTFPR

DAELT